

Experimentelle Vestibularisprüfung und Diagnostik vestibulärer Funktionsstörungen

von

HELGA BECKER

Frankfurt/M. 1963

1964



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554805_0012

Aus der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

EXPERIMENTELLE VESTIBULARISPRÜFUNG UND DIAGNOSTIK
VESTIBULÄRER FUNKTIONSTÖRUNGEN

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin

der hohen medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Helga Becker

aus Gießen

Frankfurt/M. 1963



Dekan: Prof. Dr. med. Frey

Referent: Prof. Dr. med. Rossberg

Korreferent: Prof. Dr. med. Mittermaier

Mündliche Prüfung: 11. März 1964

EXPERIMENTELLE VESTIBULARISPRÜFUNG UND DIAGNOSTIK VESTIBULÄRER FUNKTIONSTÖRUNGEN

Einleitung:

Die experimentelle Gleichgewichtsprüfung gibt uns die Möglichkeit, verschiedene Formen der Funktionsstörungen des Gleichgewichtsapparates aufzudecken, wobei die elektronystagmographische Aufzeichnung der vestibulären Reaktion auf die Augenmuskeln als wesentliche Bereicherung der klinischen Prüfung gilt. Die Nystagmographie läßt den Vergleich der Untersuchungsergebnisse an verschiedenen Tagen in objektiver Weise zu. So kann der Verlauf einer Funktionsstörung quantitativ verfolgt werden. Die Vestibularisprüfung wird bei allen Patienten der Klinik und Poliklinik durchgeführt, sofern sich aus der Anamnese der Verdacht auf eine Erkrankung des Labyrinthes oder Störungen im Bereich der zentralen Vestibularisbahnen ergibt.

Unsere Patienten, die wir diesen speziellen Prüfungen unterzogen, waren ausgesprochen heterogen. Das betraf einmal die Art und Weise der Schilderung der Schwindelerscheinungen, die vom untersuchenden Arzt häufig erst in bekannte, definierte Begriffe zu übersetzen waren.

Es mußte selbstverständlich vermieden werden, bestimmte vestibuläre Erscheinungen in den Patienten hinein zu fragen. Zum anderen war der Komplex der Beschwerden, der die Schwindelerscheinungen begleitete, ebenso vieltalig. Trotzdem gab häufig schon die genaue Erhebung der Anamnese Hinweise auf die Art und Ort der Störung, während in anderen Fällen erst die Untersuchung der Gleichgewichtsfunktionen die Möglichkeit bot, etwas über die Art der Vestibularisstörung zu erfahren. Ein Teil der Patienten wurde zur internistischen oder neurologischen Untersuchung überwiesen, die häufig zur Aufklärung der Erkrankungsursache beigetragen hat.

Wir haben aus der großen Zahl unserer Patienten, die in einer Kartei alphabetisch geordnet sind, die ersten 500 Fälle herausgegriffen und nach Anamnese, Vestibularisbefund und Enddiagnose durchgesehen. So versuchten wir Hinweise dafür zu bekommen:

- 1.) ob die Erhebung und Prüfung der Anamnese schon ausreichend, um über die Notwendigkeit einer eingehenden Vestibularisuntersuchung mit Nystagmogramm entscheiden zu können,
- 2.) ob die endgültige Diagnose, die sich teilweise auf die Untersuchungen verschiedener Fachdisziplinen (Otoneurologie, innere Medizin, Neurologie - Psychiatrie, Ophthalmologie, Orthopädie _ stützt, auch

dem Ergebnis unserer Vestibularisprüfung entspricht und
3.) ob die Schlußdiagnostik, retrograd betrachtet, auch
allein durch die Vestibularisprüfung hätte gestellt
werden können.

Methoden der Untersuchungen:

Die Untersuchung der Gleichgewichtsfunktion umfaßt folgende
Prüfungen:

- 1.) Spontane und latente Symptome (Spontan- und Provoka-
tionsnystagmus)
- 2.) experimentelle Prüfungen (thermische und rotatorische
Prüfung).

Einen Spontannystagmus haben wir zunächst am sitzenden Pa-
tienten gesucht. Die Untersuchung erfolgte zweckmäßigerweise
unter der Frenzel'schen Leuchtbrille, die die Möglichkeit
einer Fixation ausschaltet. Durch Lockerungsmaßnahmen, wie
Kopfschütteln und Lagewechsel, kann in manchen Fällen ein
latenter Nystagmus sichtbar gemacht werden.

Diese Funktionsprüfungen mit Registrierung oder Beobachtung
der Augenbewegungen stützen sich auf die Erkenntnisse, daß
das Labyrinth funktionelle Verbindungen zu den Augenmuskeln
besitzt. Außerdem werden die labyrinthären Reaktionen bzw.

Einflüsse auf die Muskulatur des Stammes und der Extremitäten geprüft. Zu diesem Zwecke dienen die Untersuchungsmethoden, die als Romberg'scher Versuch, Finger-Nasezeigerversuch nach B á r á n y und als Gangabweichung beim Seiltänzerblindgang bekannt sind.

Die experimentellen Untersuchungen haben zum Ziel, die Erregbarkeit der peripheren Vestibularisapparate und ihre Fähigkeit, die Belastungen des Gleichgewichtsorganes zu regulieren, quantitativ zu ermitteln. Schließlich glauben wir auch, Hinweise darauf zu erhalten, ob die Gleichgewichtsstörung ihren Sitz im peripheren Organ oder in den zentralen Abschnitten hat.

Für die t h e r m i s c h e Prüfung des Labyrinthes bedienen wir uns folgender Anordnung: Bei dem sitzenden Patienten, der den Kopf um etwa 30° nach vorne, also den horizontalen Bogengang in die sogenannte Pessimumstellung beugt, werden 10 ccm Wasser von 17°C während 10 sec in den Gehörgang eingespritzt. Nach 30 sec wird der Kopf in die Optimumstellung gebracht, also wieder 30° nach rückwärts bewegt. Auf diese Weise kommt der horizontale Bogengang in eine senkrechte Stellung. Die Erwärmung oder Abkühlung erzeugt in dieser sogenannten Optimumstellung eine Strömung der Endolymphe, die wiederum infolge einer entsprechenden Ablenkung der Cupula ampullaris

im wesentlichen je nach dem Grad der peripheren Erregbarkeit einen unterschiedlich intensiven Nystagmus hervorruft. 30 Minuten nach Abklingen dieser Reaktion wird die Gegenseite in der gleichen Weise untersucht. Der Vergleich der Ergebnisse beider Seiten gibt bei Abweichungen von der Norm gewisse Hinweise auf den Ort und die Art der Vestibularisstörung.

Diese thermische Prüfung wird in der Regel nur bei intaktem Trommelfell durchgeführt. Bei einer Trommelfellperforation ist z. B. mit äthergetränktem Wattebausch, der bis an das Promontorium herangebracht werden kann, eine thermische Reizung möglich. Allerdings ist in diesen Fällen ein quantitativer Vergleich der beiden Seiten nicht möglich.

Für die r o t a t o r i s c h e Vestibularisprüfung wird zweckmäßigerweise ein Drehstuhl verwendet, dessen Geschwindigkeit und Beschleunigung in reproduzierbarer Weise regulierbar sind. Nach unterschwelligem Andrehen bis zur Geschwindigkeit von 10 Umdrehungen pro Minute ($60^{\circ}/\text{sec}$) und 2 Minuten langem Drehen bei konstanter Winkelgeschwindigkeit wird ruckartig abgestoppt. Die so ausgelöste postrotatorische Reaktion auf die Augenmuskeln (postrotatorischer Nystagmus) wird dann ausgewertet.

Die rotatorische Vestibularisprüfung führt zu einer Reizung beider Gleichgewichtsapparate. Auf der einen Seite kommt es jeweils zu einer ampullopetalen Endolymphströmung, während auf der Gegenseite eine ampullofugale Strömung im horizontalen Bogengang entsteht. Diese entsprechenden Cupulaablenkungen wirken wohl gleichsinnig, sie rufen also einen Nystagmus gleicher Richtung hervor. Es ist aber im Tierversuch nachgewiesen worden, daß die ampullopetale Strömung mit der zugehörigen Cupulabewegung eine stärkere Erregung auslöst als die ampullofugale Endolymphströmung. Das Abstoppen wirkt als Verzögerungsreiz stärker auf das der Drehrichtung entgegengerichtete Labyrinth ein. Der postrotatorische Nystagmus schlägt also entgegen der vorausgegangenen Drehrichtung. Durchschnittlich dauert dieser postrotatorische Nystagmus 40 - 50 sec (R o s s b e r g). Nach einer Pause von 1 - 10 sec wird häufig eine Umkehr des Nystagmus in die Gegenrichtung, also in die Richtung der vorausgegangenen Drehung beobachtet. Die postrotatorische Reaktion wird deshalb in einen postrotatorischen Nystagmus I und II (Post I und Post II) unterteilt.

Die Beurteilung der vestibulären Reaktion auf die Augenmuskeln wird durch die Elektronystagmographie vereinfacht. Sie ermöglicht eine objektive Auswertung des Nystagmus

nach den einzelnen Qualitäten, also nach der Dauer, der Gesamtschlagzahl und der Gesamtamplitude. Gleichzeitig ist ein qualitativer und quantitativer Seitenvergleich möglich.

Ergebnisse:

Die 500 Patienten, die wir für diese Untersuchungen ohne jede Auswahl heranzogen, werden in zwei Gruppen eingeteilt. Die eine Gruppe umfaßt die Fälle, bei denen sich aus Vorgeschichte und Beschwerden nur ein geringer Verdacht auf eine Vestibulariserkrankung herleitete. Der anderen Gruppe wurden die Patienten zugeordnet, bei denen bereits die Spontansymptome sicher auf das Vorliegen einer vestibulären Erkrankung hinwiesen.

Die Gruppe I wird weiter aufgegliedert in:

- A) Kreislauferkrankungen,
- B) zentrale Störungen,
- C) Störungen anderer, auch unklarer Ursache.

In der Gruppe II sind die Patienten zusammengefaßt, bei denen eine Vestibulariserkrankung mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (anhand von Symptomen und neurologischen Untersuchungen) diagnostiziert werden konnte. Es ergaben sich hier folgende Untergruppen:

- A) Positiver Befund (analog der Anamnese)
- a) periphere Vestibularisstörung,
 - b) zentrale Vestibularisstörung.
- B) Negativer Befund (widerspricht den anamnestischen Erhebungen, die keinen Zweifel an dem Vorliegen eines Vestibularisleidens gelten lassen).

In die Gruppe I gehören von insgesamt 500 Fällen 92 Patienten (= 18,4 %), bei denen anfangs eine Vestibulariserkrankung vermutet wurde. Die Ergebnisse der Vestibularisprüfung, der neurologischen und internistischen Untersuchungen ließen dann jedoch eine Vestibulariserkrankung ausschließen. Die Vestibularorgane waren seitengleich und gut erregbar.

Gruppe I: Keine Funktionsstörungen des Vestibularapparates

92 Patienten (= 18,4 %)

Kreislaufstörungen	intracranielle Erkrankungen	Schwindel unklarer Genese u. ohne Hinweis auf Ort der Störung
11 (= 2,2%)	15 (= 3,0%)	66 (= 13,2 %)

Bei 11 Patienten konnte als Ursache der Schwindeler-scheinungen Kreislaufstörungen festgestellt werden. Bei 3 Fällen lag eine Hypertonie vor, einmal war noch ein erhöhter Eiweißgehalt im Liquor festzustellen, während sich in einem anderen Falle eine Anämie mit Tachycardie fand. Dazu kamen Patienten mit allgemeiner Gefäßsklerose, verbunden mit Spondylarthrose, eine allgemeine und zwei cerebrale Durchblutungsstörungen, ein cerebraler Gefäß-prozeß, eine orthostatische Kreislaufregulationsstörung und eine nicht näher definierte bzw. aufgeklärte Kreis-lauferkrankung.

Die intrakraniellen Erkrankungen bzw. Funktionsstörungen sind mit 15 Patienten in dieser Gruppe nur ein kleiner Teil der Patienten, die über unsere Poliklinik zur Vesti-bularisuntersuchung kamen. Die Ergebnisse der Vestibula-risprüfung zeigten auch bei 5 Patienten mit postcommotio-nellen, 2 mal mit postcontusionellen Schwindelerschei-nungen, und bei einem Fall nach einer Encephalitis keine krankhaften Abweichungen. In zwei Fällen mit Stauungspa-pillen unklarer Genese - einmal mit einer Trigemini - Neuritis vergesellschaftet, bei je 1 Patienten mit Fa - cialisspasmus und Sensibilitätsstörung der linken Ge-sichtshälfte, ergab die experimentelle Vestibularisprü-fung keinen auf ein peripher vestibuläres oder zentrales

Störgeschehen begründeten Hinweis. Ohne nachweisbare vestibuläre Schädigung war ein Fall mit rotierendem Nystagmus, bei dem zunächst wohl der Verdacht einer zentralen Störung diskutiert wurde, in einem anderen Falle bestand eine noch unklare Erkrankung mit epileptiformen Anfällen, die gelegentlich den Eindruck vestibulärer Störungen machten.

In den übrigen 66 Fällen, bei denen kein sicher verwertbarer, aber doch von der Norm abweichender Vestibularisbefund erhoben wurde, konnte die Ätiologie der Schwindelerscheinungen nicht immer aufgeklärt werden.

Sehr wahrscheinlich sind bei den Patienten auch dieser Gruppe Störungen der Kreislaufregulation von Bedeutung. Sie ließen sich aber nicht in ausreichendem Maße objektivieren. Die Schwindelerscheinungen (subjektive Beschwerden) sind manchmal für eine Vestibulariserkrankung so wenig verdächtig, daß eher an eine Kreislaufgenese gedacht werden mußte. Durch Unterlassung der Vestibularisprüfung hätte u.U. aber etwas Wesentliches übersehen werden können.

In 7 Fällen ergab die Anamnese dann wieder einige Hinweise für das Vorliegen einer Kreislaufstörung. Einmal lag z.B. der Verdacht einer arteriosklerotischen Erkrankung nahe.

Ein anderes Mal mußte an allgemeine oder aber in zwei Fällen an cerebrale Durchblutungsstörungen gedacht werden. Die Osteochondrose der Halswirbelsäule mit ihren Störungen der Durchströmung der Art. verteb., dann eine perniciose Anämie und eine Hypoglykämie wurden vereinzelt zur Erklärung des Schwindels herangezogen. Schließlich war der Zustand nach Wurstvergiftung einmal so täuschend, daß der Patient zunächst zur Vestibularisuntersuchung in unsere Klinik überwiesen und erst von uns der internistischen Behandlung zugeführt wurde. Der Verdacht auf eine intracranielle Erkrankung ist zunächst Anlaß zur Untersuchung durch den Neurologen oder Neurochirurgen, die uns diese Patienten zur Vestibularisprüfung zugewiesen haben. Mit Hilfe der Ergebnisse unserer Untersuchungen sollte dann auch noch das intracranielle Krankheitsgeschehen bestätigt werden.

Unsere diagnostischen Bemühungen blieben aber auch dann ohne den vom Neurologen erwarteten Erfolg, wenn die Vorgeschichte und der neurologische Untersuchungsbefund (6 Fälle) geradezu ein Beweis für das Vorliegen einer intracraniellen Erkrankung waren. Es ist aber wahrscheinlich eine Überforderung der Vestibularisprüfung, wenn sie einen räumlich so definierten Verdacht, z.B. einen Kleinhirnbrückenwinkeltumor, einen Kleinhirntumor, einen suprasellären Tumor, einen Tumor in der hinteren Schädelgrube,

einen Schläfenlappentumor und einen zentralen Focus immer in typischer Weise bestätigen soll. Die Vestibularisprüfung ist schon von Wert, wenn sie wenigstens einen Hinweis für das Vorliegen eines intracraniellen Krankheitsherdes erbringt. Sie wird in einzelnen Fällen dem Erfahrenen vielleicht auch noch einen gewissen topodiagnostischen Fingerzeig geben können.

Gruppe II

Die Vestibularisuntersuchungen erbrachten in 408 (81,6 %) Fällen diagnostisch verwertbare Ergebnisse. Bei 7 (1,4 %) Patienten wurde die Diagnose schon aus Anamnese und Beschwerden gestellt, während die thermische und die rotatorische Prüfung nicht weiterhalfen. Viermal (0,8 %) war nur die thermische Prüfung und in zwei (0,4 %) Fällen nur die rotatorische Prüfung für die Diagnose richtungweisend. Schließlich war es je ein Mal so, daß wohl die rotatorische Vestibularisprüfung einen Anhalt für eine periphere Vestibularisstörung brachte, während die thermische mehr auf einen zentralen Schaden hinwies und umgekehrt.

Gruppe II: Erkrankungen bzw. Funktionsstörungen des
Vestibularisapparates
408 Patienten (= 81,6 %)

peripher	zentral	nicht objektivierbare Vestibularisstörungen
185 (= 37,0 %)	202 (=40,4%)	21 (= 4,2 %)

periphere Vestibularisstörungen (Diagnose):

1. Menière'sche Krankheit,	48
2. Neuritis vestibularis, Herpes zoster oticus,	9
3. Traumatische Labyrinthschädigung (einschl. Ausfall),	17
4. Otitis media acuta und chronica,	7
5. Hochgradige Schallempfindungsschwerhörigkeit unklarer Genese,	17
6. Verschiedene Erkrankungen (siehe Text)	87

Bei 185 (37 %) Patienten fand sich eine Erkrankung des peripheren Vestibularapparates. Die Diagnose konnte in zahlreichen Fällen bereits mit Hilfe der Vestibularisuntersuchung gestellt werden.

48mal war es eine Menière'sche Krankheit. Nur 11mal blieb zunächst die Diagnose noch unsicher. Neunmal handelte es

sich um eine Neuritis vestibularis, die viermal über den Nervus vestibularis hinaus auch den Nervus acusticus und Nervus facialis ergriff und in das Krankheitsbild des Herpes zoster oticus eingeordnet werden mußte. Eine Lues III hatte einmal die periphere Vestibularistätigkeit beeinträchtigt.

Die chronische epitympanale Mittelohrentzündung, zweimal mit Labyrinthfistel, hat in 5 Fällen die Labyrinthfunktionen gestört. Auch die Otitis media acuta kann bei foudroyantem Verlauf mit einer Labyrinthbeteiligung einhergehen (2 Patienten). Einmal handelte es sich um eine einseitige Labyrinthhypoplasie.

In 13 Fällen bestand als Hauptsymptom ein Drehschwindel, der jedoch nur einmal mit Hörstörungen kombiniert war. Sonst klagten die Patienten noch über Kopfschmerzen oder Übelkeit und Erbrechen. Nur 7mal war der Drehschwindel anfallsweise aufgetreten. Dagegen konnten die Schwindelerscheinungen bei den übrigen 21 Patienten nicht näher definiert werden. Nur in 4 Fällen waren sie mit Kopfschmerzen oder Brechreiz oder Hörstörungen (einseitig oder beidseitig) kombiniert.

In 17 Fällen wurde die Gleichgewichtsprüfung wegen einer einseitigen oder beidseitigen (5) hochgradigen an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeit durchgeführt, deren Genese und Lokalisation (intra- oder retrolabyrinthär) mit Hilfe auch der Vestibularisprüfung aufgeklärt werden sollte. Einmal war eine Grippe in der Anamnese richtungsweisend. Bei 7 Patienten war die Gleichgewichtsprüfung nach Anamnese und Beschwerden für die Diagnostik nicht unbedingt erforderlich. Sie wurde angeordnet, um auch quantitative Angaben über die periphere vestibuläre Erregbarkeit und die vestibuläre Regulationsfähigkeit machen zu können.

Die Vestibularisprüfung wird also auch veranlaßt, um bei einem bereits aufgeklärten und bekannten Krankheitsbild die Funktion des Vestibularapparates beurteilen zu können. 12 Patienten mit Vestibularisuntererregbarkeit nach Schädeltrauma gehören deshalb in diese Gruppe. Eine Fraktur im Bereiche des Schläfenbeins konnte nur 3mal nachgewiesen werden. Schließlich fand sich in 5 Fällen ein Labyrinthausfall nach stumpfem Schädeltrauma.

Aufgrund von Anamnese und Symptomen waren verschiedene Male Anhaltspunkte für zentrale Vestibularisstörungen gewonnen worden. Die Vestibularisuntersuchungen ergaben

jedoch auch in solchen Fällen gelegentlich periphere Erregbarkeitsdifferenzen: z.B. bei einer alimentären Glycosurie, einem chronischen Glaukom, einer chronischen Stauungspapille sowie einem Zustand nach ätiologisch ungeklärter Stauungspapille, einem Fall mit Liquorzirkulationsstörungen, einer Arachnitis der hinteren Schädelgrube, Kreislauf labilität, unklaren Anfallsleiden, einem Zustand nach einer Encephalitis, einer fraglichen Encephalitis disseminata, einer multiplen Sklerose, einer cerebellaren Ataxie und schließlich in einem Falle, bei dem die Frage, ob Schläfenlappenerkrankung oder arachnoidale Verwachsungen vorliegen, unbeantwortet blieb.

In 202 Fällen (40,4 %) waren keine Störungen des peripheren Vestibularapparates nachzuweisen. Es ergaben sich vielmehr Hinweise auf eine Beeinträchtigung im Bereich der zentralen Vestibularisbahnen und-schaltstellen:

Es ist vor allem interessant, daß 37mal bei der Menière'schen Krankheit zentrale Vestibularisschäden aufgedeckt wurden. Weiterhin waren die Polyneuritis (4mal), Labyrinthaffektionen bei chronischer Mittelohrentzündung (2mal), Neuralgie des Nervus mandibularis, eine Facialisparese unklarer Genese und eine Lues III in dieser Gruppe mit zentralen Vestibularisstörungen zu finden.

Die Feststellung einer zentralen Tonusstörung, die sich aus den Ergebnissen der rotatorischen und kalorischen Vestibularisprüfung herleiten läßt, ist insofern von Bedeutung, als eine periphere Störung oder Schädigung in der Regel ausgeschlossen werden kann. Allerdings ist dieses Ergebnis unserer Bemühungen in der Reihe der gesamten neurologischen Untersuchungen nur ein Baustein, der selten direkt zur Stützung einer Diagnose, sondern eher " per exclusionem " gewertet werden kann.

Schließlich ist es gar nicht selten (21 Fälle), daß Erkrankungen der peripheren Vestibularapparate oder des Nervus vestibularis, wie z.B. bei der Menière'schen Krankheit bzw. beim Herpes zoster 'oticus ohne experimentell nachweisbare Störung der vestibulären Erregbarkeit oder vestibulären Regulationstätigkeit abgelaufen sind. Es ist denkbar, daß sich in einzelnen Fällen die Fähigkeit der Zentren zu einer ausgleichenden Regulation der experimentellen Beanspruchung sehr schnell in idealer Weise einschaltet, bis die anfängliche Schädigung wieder abgeklungen ist.

Diskussion

Aus der großen Zahl der Vestibularisuntersuchungen, die in

den letzten 6 Jahren durchgeführt wurden, haben wir nach der alphabetischen Reihenfolge die ersten 500 Fälle nach Anamnese, Allgemeinbefund, Ergebnis der Vestibularisprüfung und Diagnose aufzugliedern versucht. 92 dieser 500 untersuchten Fälle (= 18,2 %) konnten als n i c h t vestibuläre Erkrankungen erkannt und entsprechend in internistische oder psychiatrisch-neurologische Behandlung weitergeleitet werden.

Es ist wenig, wenn nur 26mal (= 5,02 %) keine Abweichungen von der Norm der vestibulären Reaktion bei der rotatorischen und thermischen Prüfung festzustellen waren und bei der nochmaligen Überprüfung auch in der Anamnese kein sicherer Anhalt für labyrinthär bedingte Gleichgewichtsstörungen vorlag. In 5 % der ausgewerteten 500 Fälle wäre also eine Vestibularisprüfung überflüssig gewesen. Die Indikation zu diesen Untersuchungen wird in der Regel allerdings sehr weit gestellt. Denn die Erhebung der Anamnese macht gerade bei den Patienten, die in irgendeiner Weise über Schwindel klagen, immer wieder Schwierigkeiten. Manchmal gelingt es erst nach längerer oder sogar wiederholter Unterhaltung mit dem Patienten, ihn zu einer einigermaßen verwertbaren Definition seiner Beschwerden zu bringen.

Jedenfalls ist der Anteil von 5 % so gering, daß daraus wiederum auf die Möglichkeit einer sorgfältigen Erhebung der Anamnese auch bei diesen Patienten geschlossen werden darf.

In den weiteren 66 Fällen war die Anamnese mindestens verdächtig auf eine vestibuläre Beteiligung der geklagten Beschwerden. Die Vestibularisprüfung war zur Beurteilung einer solchen Beteiligung unbedingt indiziert. Davon waren wiederum 21 Patienten vom Internisten oder Neurologen zum Ausschluß einer Vestibularisschädigung bzw. -störung überwiesen worden. Das negative Ergebnis der Vestibularisprüfungen half den Untersuchern ebenfalls, den Bereich der möglichen Krankheiten einzuengen.

Es bleiben also 408 Patienten (= 81,8 %), bei denen die Ergebnisse der Vestibularisprüfung auf eine Störung entweder des peripheren Organs oder der zentralen Schaltapparate hinwiesen. 181mal (= 36,2 %) stimmten sie mit der Anamnese völlig überein. Es handelte sich dabei 70mal um periphere und 111mal um zentrale Vestibulariserkrankungen, die bereits aus Anamnese und Beschwerden abgeleitet werden konnten. Die Vestibularisprüfung brachte hier die Bestätigung der anfänglichen Vermutungsdiagnose.

Eine Erregbarkeitsdifferenz der beiden peripheren Gleichgewichtsapparate war als Zeichen einer peripheren Schädigung oder Störung gewertet worden.

Abb. 1

Rotat. Prüfung ($v = 60^\circ/\text{sec}$)	Uhr	Re				Li		
		Sek.	Schläge			Sek.	Schläge	
			Zahl	Ampl.			Zahl	Ampl.
	Ny. postr. I	23	36	234°	←	22	28	134°
	Pause							
	Ny. postr. II							
Bemerkungen:								

Kolor. Prüfung (Übergang in Optimumstellung nach 30 sec.)		Uhr	Re				Li		
			Sek.	Schläge			Sek.	Schläge	
				Zahl	Ampl.			Zahl	Ampl.
Kaltsp.	10 ccm 17° C		96	88	465°	→	82	10	47°
"	ccm ° C								
Heißsp.	10 ccm 47° C		39	26	110°	←	8	3	12°

Abb. 2

Rotat. Prüfung ($v = 60^\circ/\text{sec}$)		Uhr		Re				Li		
		Sekt.		Schläge		Sekt.			Schläge	
				Zahl	Ampl.				Zahl	Ampl.
Ny. postr. I		40		64	480°	←		22	26	141°
Pause		9						11		
Ny. postr. II		35		21	98°	←		38	33	83°
Bemerkungen:										

Kolor. Prüfung (Übergang in Optimumstellung nach 30 sec.)		Uhr		Re				Li		
		Sekt.		Schläge		Sekt.			Schläge	
				Zahl	Ampl.				Zahl	Ampl.
Kaltsp.	10 ccm 17° C	Uhr	111	122	852°	←		96	269	1536°
"	ccm ° C	Uhr								
Heißsp.	10 ccm 47° C	Uhr	141	196	749°	←		53	20	119°

Eine zentrale Störung des Vestibularapparates wurde aus einem Richtungsüberwiegen des Nystagmus nach einer Seite und aus besonders großer und auffallend geringer Reaktion beiderseits gegenüber den angewandten rotatorischen und thermischen Reizen gefolgert. Nur diese Unter-

scheidung in die beiden großen Erkrankungsbereiche war möglich, Es wäre auch zu viel verlangt, wenn man aus diesen experimentellen Ergebnissen auf Art der Erkrankung oder Lokalisation der Störung hätte sicher schließen wollen. Um in dieser Richtung noch weiteres auszusagen, ist es notwendig, eine audiometrische Prüfung, dann logische, ophthalmologische und internistische Untersuchungen zu veranlassen.

Unsere Untersuchungen trugen nicht immer dazu bei, eine klare Beschreibung der Erkrankung zu geben. Es blieb so in 151 Fällen (= 30,2 %) dabei, wenigstens eine Beteiligung des vestibulären Systems an der Erkrankung zu bestätigen. Davon boten wiederum 68 Patienten das Bild einer peripheren Vestibularisbeteiligung, während es sich 83mal mit größerer Wahrscheinlichkeit um eine zentrale Vestibularisstörung handelte.

Besondere Schwierigkeiten in der Beurteilung der Ergebnisse der Vestibularisprüfungen treten dann auf, wenn nach der rotatorischen Untersuchung eine zentrale, nach der thermischen Prüfung jedoch eine periphere Schädigung oder umgekehrt angenommen werden müßte. Deshalb ist in der Regel ein günstiger Umstand darin gelegen, daß die Gleichgewichtsstörung nicht alleiniges Symptom des Krankheitsbildes bleibt. So wurde zum Beispiel in einem Falle

trotz einer vorwiegend peripheren Erregbarkeitsdifferenz der Vestibularapparate eine symptomatische Epilepsie diagnostiziert, während ein andres Mal eine Menière'sche Krankheit vorlag, obwohl zunächst auch eine zentrale Vestibularisstörung aufgrund der rotatorischen Prüfung im Bereich der Möglichkeit lag.

Umgekehrt ist es aber interessant, daß bei 112 Patienten, die von Internisten oder Neurologen zur Vestibularisprüfung überwiesen wurden, 47mal (= 9,4 %) eine periphere Vestibularisstörung als Ort der Erkrankung festgestellt werden konnte, während in 65 Fällen ein zentrales Überwiegen des experimentell ausgelösten Nystagmus nach einer Seite die neurologische Diagnose eines intracraniellen Krankheitsgeschehens stützte.

Es kann aber auch der Fall eintreten, daß bei einem Zustand nach Radikaloperation des Mittelohres die Gleichgewichtsstörungen auf eine zentrale vestibuläre Tonusdifferenz zurückgeführt werden müssen.

Die Vestibularisprüfung an verschiedenen Tagen und vor allem zu verschiedenen Tageszeiten bringt bekanntlich (R o s s b e r g , M. H.; F i s c h e r u. Mitarb.; E c k e l u.a.) unterschiedliche Ergebnisse. Diese

Differenzen, die häufig mit der Art der Erkrankung, also z.B. der Menière'schen Krankheit erklärt wird, gehören zu einem großen Teil noch in den Bereich der normalen Physiologie. Nach einem Anfallsgeschehen, das die Menière'sche Krankheit charakterisiert, wird häufig noch längere Zeit oder aber für die Dauer vorwiegend eine unterschiedliche Erregbarkeit der beiden Labyrinth zu beobachten sein. Nicht selten findet sich im Anfalls-Intervall das Bild einer zentralen Tonusdifferenz mit dem Überwiegen des experimentell ausgelösten Nystagmus nach einer Seite, die nicht dem erkrankten Labyrinth zu entsprechen braucht (M i t t e r m a i e r , R o s s b e r g u. Mitarb. u.a.).

7 Fälle (= 1,4 %) zeigten weder bei der thermischen, noch bei der rotatorischen Prüfung einen krankhaften Befund, obwohl ein Vestibularisleiden ohne Zweifel bestanden haben dürfte. Auch die Ergebnisse bei 6 weiteren Patienten, bei welchen entweder nur die thermische (4 = 0,8 %) oder nur die rotatorische (2 = 0,4 %) die sicher bestehende Vestibularisschädigung erkennen ließen, weisen darauf hin, daß die Vestibularisprüfung nicht in allen Fällen allein zur Diagnosestellung ausreicht.

Otologe und Neurologe wissen, wie ungenau oft die Schwindelerscheinungen geschildert werden. Ohne weitere Anhaltspunkte aus der neurologischen Untersuchung fällt es dem Otologen dann häufig schwer, die Ursache dieser Beschwerden zu ergründen. Aber schon die Möglichkeit des Patienten, zwischen einem dauernden Schwindel und Schwindelanfällen zu unterscheiden, hilft dem Untersucher weiter.

So waren die Schwindelerscheinungen, die teils als Schwindelzustände, teils als Schwindelanfälle geschildert wurden, bei 48 Patienten zunächst völlig ungeklärt. In 18 Fällen waren diese Beschwerden noch mit Hörverschlechterung, Ohrensausen, Kopfschmerzen, Erbrechen und Sehstörungen gekoppelt. Einmal trat der Schwindel nur bei Lagewechsel auf. In einem anderen Falle war der Schwindel mit tiefer Ohnmacht kombiniert. Ein weiterer Patient bezeichnete den Schwindel als Schwankschwindel.

Die ätiologische Abgrenzung vor allem gegenüber peripheren Ursachen ist nicht immer einfach. In 7 Fällen bestätigte die Art der Hörverschlechterung (Hinweis auf retrolabyrinthäre Hörstörung) das Ergebnis, daß aus der Vestibularisprüfung abgeleitet wurde.

Der Kopfschmerz ist ein ebenso indifferentes Symptom, wenn die Patienten nicht genau nach Art, Ausdehnung und Tages-

zeit die Beschwerden unterscheiden können. Er deutet auf eine endocranielle Erkrankung, periphere Entzündungen oder auf Kreislaufstörungen hin. Man sollte in diesen Fällen neben den otologischen Untersuchungen immer einen Internisten, Neurologen und einen Ophthalmologen hinzuziehen. Umgekehrt halten es die genannten Fachdisziplinen für wertvoll, in schwierigen und auch in den interessanten Fällen ihrer eigenen Ambulanz und Klinik einen Otologen zu befragen. Es ist selbstverständlich, daß in Zusammenarbeit mit Chirurgie und Neurologie die Patienten mit Schädeltrauma einer Vestibularisprüfung zugeführt werden. 14mal sahen wir hier eine zentrale Tonusstörung des Vestibularapparates. Nur in 3 Fällen konnte röntgenologisch eine Fraktur im Bereich des Schläfenbeins dargestellt werden. Bei einem Patienten mit früher durchgemachter Radikaloperation des Mittelohres deutete das Ergebnis der Vestibularisuntersuchung ebenfalls eine zentrale Vestibularisstörung an.

Der Neurologe veranlaßt die Vestibularisprüfung häufig zur Ergänzung seiner diagnostischen Bemühungen. In wenigen Fällen sieht er aber hierin die einzige oder eine wesentliche Möglichkeit, eine Klärung der Diagnose herbeizuführen. So war bei 11 Patienten die Frage, ob ein intracranieller Tumor vorhanden ist, noch offen gewesen. 5mal stand eine multiple Sklerose zur Diskussion. Bei Ausfall

einzelner Hirnnerven, wie bei einer Abducens- oder Trochlearisparese war es von Interesse, ob auch eine zentrale Vestibularisschädigung vorliegt. Gerade in den Anfangsstadien der intracraniellen Tumorbildung ist das Symptomenbild noch unvollständig und für die Lokalisation des Tumors nicht sicher richtungsweisend. Dann kann eine differenzierte Vestibularisprüfung wichtige Hinweise bringen, auf die der Neurologe bzw. der Neurochirurg nicht mehr verzichten möchte.

Es ist verständlich, wenn bei Patienten mit einer exogenen spasmolytischen Spinalparalyse und einer spastischen Parese beider Beine, einer Spätepilepsie oder auch einer symptomatischen Epilepsie mit Schwindel und schließlich bei anfallsweisen Bewußtseinsstörungen das Ergebnis der Vestibularisprüfung auf eine zentrale Störung hinwies. Vom Internisten wurden Patienten nach Streptomycinbehandlung, nach einem Nyacinstoß, der offenbar Schwerhörigkeit und Tinnitus auslöste, dann Patienten mit Diabetes, der von starken Schwindelerscheinungen begleitet war, mit Lymphogranulomatose, allgemeiner Gefäßsklerose und schließlich mit cerebralen Gefäßleiden überwiesen. Die Vestibularisprüfung ergab keine periphere Vestibularisschädigung, sondern durchweg fanden sich Anhaltspunkte für eine zentrale Störung. Es wurde jeweils die Möglich-

keit erörtert, daß eine toxische bzw. eine zirkulatorische Beeinflussung der zentralen Vestibularisabschnitte vorliegen müsse.

Schwierig ist die Deutung der Vestibularisbefunde, die sowohl für eine periphere Schädigung wie auch für eine zentrale Störung des Vestibularapparates sprechen. Solche Ergebnisse fanden sich in 14 Fällen (= 2,8 %). Darunter waren Patienten mit multipler Sklerose.

Diese Kombination einer peripheren und zentralen Vestibularisbeteiligung ist nicht ungewöhnlich, wenn man bedenkt, daß eine zentrale Schädigung über zentrifugale Bahnen die Erregbarkeit auch des peripheren Organs zu verändern vermag. Nach der Operation eines Kleinhirnbrückenwinkeltumors ist z.B. eine Herabsetzung der linksseitigen peripheren Erregbarkeit zusammen mit einem Überwiegen des nach links gerichteten Nystagmus ebenso verständlich. Umgekehrt kann bei der Menière'schen Krankheit sowohl eine periphere als auch eine zentrale Störung vorliegen. Man darf diese Verwirkung von zentral und peripher, gleichgültig, ob nach der herkömmlichen Vorstellung das Krankheitsgeschehen peripher oder zentral ablaufen muß, nicht mehr als Zufall oder aber als eine Ungenauigkeit der Prüfmethode werten. Wir müssen vielmehr immer

darán denken, daß nach verschieden langer Zeit eine Rückkoppelung nach peripher oder zentral das Krankheitsbild komplizieren kann.

Ob eine akute Erkrankung des Vestibularapparates in ähnlicher Weise das ganze System erfasst, ist in der Regel schon zu beweisen, da die Störung vom Krankheitsort her die Symptomatik beherrscht. Wahrscheinlich ist es aber immer die generelle Dysregulation, gleichgültig, wo die Störung ihren Ausgang nimmt.

Die Überprüfung der Krankenblattunterlagen im Vergleich mit den Ergebnissen der Vestibularisuntersuchungen bestätigt aber, daß die Funktionsprüfungen des Vestibularapparates einen wesentlichen Baustein für die Diagnostik der otoneurologischen und der neurologischen Erkrankungen darstellen. Sie müssen selbstverständlich nach einem bestimmten System durchgeführt werden. Sie müssen aber auch richtig beurteilt werden können. Dabei ist einmal die Bewertung der Untersuchungsergebnisse für sich selbst, das andere Mal besonders die Eingliederung in den Komplex der Befunde aus den Untersuchungen der benachbarten Fachdisziplinen von Bedeutung. Die richtige Bewertung der Ergebnisse der Vestibularisprüfungen in dieser Gesamtschau kann also nicht nach einem strengen Schema erfolgen, son-

dern muß auf Erfahrung begründet bleiben.

Zusammenfassung:

Die Anamnese und Untersuchungsbefunde von 500 Patienten, die mit Gleichgewichtsstörungen in die Klinik gekommen waren, wurden nach folgenden Gesichtspunkten noch einmal überprüft:

1. Sind Erhebung und Prüfung der Anamnese ausreichend, um von vornherein über die Notwendigkeit einer eingehenden Vestibularisuntersuchung mit Nystagmogramm entscheiden zu können?
2. Entspricht die endgültige klinische Diagnose auch dem Ergebnis unserer Vestibularisprüfung, die nur einen Teil der Untersuchungen darstellt?
3. Hätte die Diagnose, retrograd betrachtet, dann auch allein mit Hilfe der Vestibularisprüfung gestellt werden können?

Bei kritischer Prüfung der Anamnese hätte nur in 5 Prozent der Fälle eine Vestibularisprüfung unterlassen werden können, während bei den übrigen 95 % die Vestibularisprüfung wenigstens gewisse Abweichungen von der Norm aufdeckte.

Die Vestibularisprüfung trug dazu bei, in 18,2 % der Fälle eine Erkrankung des Vestibularapparates auszuschließen.

408 (= 81,6 %) Patienten hatten nach objektiver Prüfung tatsächlich eine vestibuläre Störung. Davon betrafen 185 Fälle (= 37 %) mit großer Wahrscheinlichkeit das periphere Sinnesorgan, während bei 202 Patienten (= 40,4 %) Hinweise für eine Beeinträchtigung des zentralen Vestibularapparates zu erhalten waren.

181mal (= 36,2 %) stimmte die endgültige Diagnose einerseits mit unserem Prüfungsergebnis und der Vermutungsdiagnose andererseits überein. Bei 151 Patienten (= 30,2 %) war es nicht sicher möglich, die Vestibularisstörungen in ein bekanntes Krankheitsbild einzuordnen, Es blieb hier wenigstens zunächst bei der Abgrenzung zwischen peripherer und zentraler Vestibularisstörung.

In 7 Fällen (= 1,4 %) wurde die Diagnose einer Vestibularisstörung allein aus Anamnese und Spontansymptomen gestellt, da die rotatorische und die thermische Prüfung keine krankhaften Veränderungen erkennen ließen. 4mal (= 0,8 %) zeigte nur die thermische und 2mal (= 0,4 %) nur die rotatorische Prüfung den vorhandenen Vestibularisschaden an. In einem Falle brachte die rotatorische

Prüfung einen peripheren und die thermische einen zentralen Befund, während es sich in einem anderen Falle umgekehrt verhielt.

Die Vestibularisuntersuchung deutete bei 14 Patienten (= 2,8 %) in der gleichen Weise sowohl auf eine periphere als auch auf eine zentrale Störung, so in einigen Fällen mit Menière'scher Erkrankung, multipler Sklerose und nach der Operation eines Kleinhirnbrückenwinkeltumors. Während in 13 Fällen Anamnese und Symptome auf eine zentrale Störung hinwiesen, mußte aus dem Ergebnis der Vestibularisprüfung eine periphere Vestibularisschädigung diagnostiziert werden. Hierbei sind die oft sehr ungenauen Angaben der Patienten über die Schwindelerscheinungen von Bedeutung. In einzelnen Fällen wiederum waren diese ungenauen Angaben überhaupt der Anlaß zur Durchführung der Vestibularisprüfung, die schließlich nach dem endgültigen Urteil hätte unterlassen bleiben können. Insgesamt läßt sich aber sagen, daß doch in 96 % der überprüften Fälle die Vestibularisprüfung zumindest einen Hinweis auf Art und Ort der Gleichgewichtsstörung gab, so daß letzten Endes eine weitgestellte Indikation zur Gleichgewichtsprüfung ihre Rechtfertigung findet. Die Bewertung ihrer Ergebnisse ist aber sehr wesentlich auf Erfahrung begründet.

Literaturverzeichnis:

Zur Durchführung der Arbeit wurde die nachfolgende Literatur herangezogen, die jedoch im Text nicht einzeln erwähnt wird.

Aschan, G., Bergstedt, M.
und Stahle, J.:

Nystagmographie; recording
of nystagmus in clinical
neuro-otological examinations
Acta oto-laryng., Suppl. 129,
1956

Christian, W.:

Erfahrung mit der Nystagmogra-
phie des kalorisch ausgelösten
Nystagmus
Z. Laryng. Rhin. Ot. 33,
29-39, 1954

Frenzel, H.:

Spontan- und Provokationsny-
stagmus als Krankheitssymptom
Springer Verlag: Berlin-Göttin-
gen-Heidelberg, 1955

Frenzel, H.:

Über den heutigen Stand der
Funktionsprüfung des Vesti-
bularis
Dtsch. Med. Wschr. 82, 337 und
372, 1957

- Jonkees, L. B. W.,
Maas, J. P. M. und
Philipszoon, A. J.:
Clinical Nystagmography;
a detailed Study of Elec-
tronystagmography in 314
Patients with Vertigo
Pract. oto-rhino-laryng.
24, 65-93, 1962
- Jung, R., Toennies, J. F.:
Die Registrierung und Aus-
wertung des Drehnystagmus
beim Menschen
Klin. Wschr. 26, 513-521,
1948
- Jung, R.:
Die Nystagmographie: Zur
Physiologie und Pathologie
des optisch-vestibulären
Systems beim Menschen
Handbuch der Inneren Medizin
V/1, 1325-1379
Springer Verlag: Berlin-Göt-
tingen-Heidelberg 1953
- Megighian, D.:
Elletronistagmografia; Tecni-
ca-Metodologia-Applicazioni
Cliniche
Turin 1959

Mittermaier, R.:

Über den Wirkungsmechanismus
des Vestibularsystems
Archiv Ohr- usw. Heilk. 154,
141-152, 1944

Mittermaier, R.,
Christian, W.:

Dauer, Schlagzahl und Ge-
samtamplitude des kalori-
schen Nystagmus
Z. Laryng. Rhin. Ot. 33,
20-29, 1954

Mittermaier, R.:

Ergebnisse nystagmographi-
scher Untersuchungen
Pract. oto-rhino-laryng. 17,
179-190, 1955

Mittermaier, R.,
Rossberg, G.:

Vestibularisuntersuchungen
mit schwellennahen Beschleu-
nigungsreizen
Arch. Ohr- usw. Heilk. und
Z. Hals- usw. Heilk. 168,
313-332, 1956

Rossberg, G.:

Spontannystagmus und Dreh-
schwindel
Arch. Ohr- usw. Heilk. und
Z. Hals- usw. Heilk. 165,
417-421, 1954

Rossberg, G.:

Zur Vestibularisuntersuchung
mit ruckartigen rotatorischen
Reizen

Arch. Ohr- usw. Heilk. und
Z. Hals- usw. Heilk. 168,
19-34, 1955

Rossberg, G.:

Zur Auswertung des Elektro-
nystagmogramms

Archiv Ohr- usw. Heilk. und
Z. Hals- usw. Heilk. 169,
410-415, 1956

Stahle, J.:

Electronystagmography in the
caloric and rotatory tests
(A clinical study)

Acta oto-laryng. Suppl. 137,
1958

Lebenslauf

Am 16.3.1935 wurde ich als Tochter des praktischen Arztes Dr. med. Friedrich Becker und seiner Ehefrau Erika, geb. Rüttgers, in Gießen/Lahn geboren.

In Garbenteich Kreis Gießen besuchte ich die Volksschule und trat 1946 in das Realgymnasium für Mädchen in Gießen ein, wo ich im Frühjahr 1956 das Abitur ablegte.

Mit dem Sommersemester 1956 begann ich das Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main und bestand dort im Oktober 1958 die zahnärztliche Vorprüfung und am 12. März 1962 das zahnärztliche Staatsexamen.

Seit dem 1. Mai 1962 bin ich als Assistentin an der amerikanischen Zahnklinik in Gießen tätig.

Gießen, den 1. November 1963

Helga Becker

Meine akademischen Lehrer waren:

Herr Prof. Dr. med. A l t m a n n

Herr Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. A r t e l t

Herr Prof. Dr. med. F e l i x

Herr Prof. Dr. med. F r e y

Herr Prof. Dr. med. G r e f f

Herr Prof. Dr. med. et Dr. med. dent. H a u s e r

Herr Prof. Dr. med. J ü r g e n s

Herr Prof. Dr. med. K a h l a u

Herr Priv.-Doz. Dr. med. K l e i n s c h m i d t

Herr Lehrbeauftragter Dr. med. dent. K o l l e r

Herr Lehrbeauftragter Dr. med. et Dr. med. dent. K r e t e r

Herr Prof. Dr. med. dent. K u c k

Herr Priv.-Doz. Dr. med. L a n d e s

Herr Prof. Dr. med. dent. v o n R e c k o w

Herr Prof. Dr. med. R o s s b e r g

Herr Prof. Dr. med. S a n d r i t t e r

Herr Prof. Dr. med. S t a r c k

Herr Prof. Dr. med. W e z l e r

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt/Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel

EXPERIMENTELLE VESTIBULARISPRÜFUNG UND DIAGNOSTIK VESTIBULÄRER FUNKTIONSTÖRUNGEN

in der Hals-, Nasen-, Ohren-Klinik in Frankfurt/Main unter Leitung von Herrn Prof. Dr. med. G. Rossberg mit Unterstützung durch ./.

.....

ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Giessen, den 1. November 1963

..... Helga Becker
(Unterschrift)

Herrn Prof. Dr. med. G. Rossberg danke ich
für die Überlassung des Themas und für die
freundliche Unterstützung bei Anlage und
Durchführung der Arbeit.

